

金属材料腐蚀与防护机理研究述评

王 华

中车兰州机车有限公司 甘肃 兰州 730700

摘要: 随着各种先进工业和制造技术的不断发展,金属材料作为工业重要的生产材料和关键部件,具有着极为广泛的应用前景。然而,金属材料腐蚀问题随之带来诸多烦恼。因此,对金属材料腐蚀与防护机理的深入研究,将会对推进金属材料的应用安全、生产效率进一步提高等方面带来积极促进作用。本文将以腐蚀的机理为基础,探讨腐蚀对金属材料的影响以及目前常见的腐蚀防护技术,并展望未来金属材料腐蚀防护技术的发展趋势和应用方向。通过深入开展金属材料腐蚀与防护机理的研究,将为保障金属材料的长期使用和开展更为安全的工业生产提供有益的参考价值。

关键词: 金属材料腐蚀; 防护机理; 研究

引言:金属材料在工业生产和日常使用中广泛应用,但随着时间的推移,常会受到腐蚀的侵袭,从而降低其使用价值。因此,研究金属材料腐蚀与防护机理,保护和延长金属材料的使用寿命,具有十分重要的现实意义。本文将从腐蚀的定义、分类和机理开始,探究腐蚀对金属材料的影响,总结常用的腐蚀防护技术及其优缺点,并展望未来腐蚀防护技术的发展路线。通过对金属材料腐蚀与防护机理的研究,有望为推动金属材料防护技术的不断创新与升级提供有益参考,并为保障人类生产和生活的安全和可持续性发展做出积极贡献。

1 金属材料腐蚀问题的探讨

金属材料腐蚀问题是一个广泛讨论的话题,因为它对于许多行业的材料应用都有着非常重要的影响。首先,了解金属材料腐蚀的原因是非常重要的。金属材料腐蚀的原因主要有三种,分别是化学腐蚀、电化学腐蚀和微生物腐蚀。化学腐蚀是由于金属与环境中的化学物质反应而导致的腐蚀,例如金属与酸或碱发生反应。电化学腐蚀是由于金属与电解质溶液接触并发生氧化和还原,从而导致金属离子释放,最终导致金属腐蚀。微生物腐蚀则是由某些微生物在金属表面形成微小的生物膜,并利用金属为生长提供必要的餐料和能量,而导致金属腐蚀。其次,金属材料腐蚀可以分为几种不同类型,包括点蚀、晕蚀、疏松腐蚀、应力腐蚀和孔蚀等。点蚀是在金属表面形成小洞的腐蚀,晕蚀是指金属表面发生的不均匀腐蚀,疏松腐蚀则是指在金属表面产生小孔,表面呈现“松散”的状态。应力腐蚀是指在金属受到应力的作用时容易发生腐蚀。孔蚀则是指在金属表面产生小孔并且逐渐扩大的腐蚀。金属材料腐蚀的影响非常显著。它会导致金属的机械性能、物理性能和化学性能下降,从而引起金属失效。例如,金属构件在腐蚀后

容易出现裂缝和断裂,导致机械部件的失效。同样,金属材料在腐蚀后会降低其导电性和热传导性,影响电子元件和热传递设备的工作效率。此外,腐蚀还会影响金属表面的外观,使其变得模糊、粗糙和不均匀。为了防止金属材料腐蚀,我们可以采取一些措施来预防它的发生^[1]。首先,可以选择合适的金属材料,例如不锈钢、镍合金等具有较强抗腐蚀性能的材料。其次,可以对金属表面进行涂层处理,这可以有效地防止金属表面直接接触腐蚀介质,从而减缓金属材料腐蚀。此外,还可以通过改变使用条件、合理进行材料设计以及使用腐蚀抑制剂等方法预防金属材料腐蚀的发生。总之,金属材料腐蚀问题是一个非常重要的话题,它对于许多行业的材料应用有着非常大的影响。了解金属材料腐蚀的原因、分类、影响以及预防方法,对于保障材料的质量和使用寿命具有非常重要的作用。

2 金属材料腐蚀防护机理研究

金属材料腐蚀防护机理是指采取措施来保护金属表面不被腐蚀的过程和机制。腐蚀防护是一种重要的工程技术,广泛应用于船舶、化工、航空、汽车、电力等领域。金属材料腐蚀防护机理的研究对于提高金属材料的耐蚀性能和使用寿命具有重要的意义。金属材料腐蚀发生的主要原因是金属表面与环境介质发生化学作用和电化学反应,而腐蚀防护机理的目标就是通过改变金属表面的特征,防止或减缓腐蚀的发生。金属材料腐蚀防护机理的研究可以从以下几个方面来进行:

2.1 物理屏障

物理屏障是一种常用的金属材料腐蚀防护方法,其基本原理是通过采用一些屏障材料来隔离金属表面和腐蚀介质之间的接触,从而避免腐蚀的发生。物理屏障可以采用不同材料进行,例如涂层、粘贴材料、表面处理

等。涂层是一种常见的物理屏障技术，其原理是在金属表面采用一些具有屏障性能的物质，在金属表面形成一层保护膜，阻止介质与金属表面直接接触。涂层一般采用聚合物、金属、金属氧化物等物质进行。同时，运用选择性高、覆盖范围大、成本低等优点，涂层技术逐渐成为金属材料腐蚀防护中最常用的技术之一。粘贴材料也是常用的物理屏障技术，它通过在金属表面附着一层具有抗腐蚀能力的材料，如聚酰胺、合成橡胶、聚酸酯等材料来保护金属表面不受腐蚀。这种方法通常适用于一些特定结构的部件，可以使这些部件的使用寿命得到有效的延长。表面处理技术用来改变金属表面的结构，形成一层致密、平滑的表面层，从而提高金属表面的耐腐蚀性。通常表面处理技术包括电镀、喷涂、抛光、机加工等多种技术，其中电镀是最常用的技术之一，通过电解的方式让电镀液中的金属离子在阳极与金属异相反应，从而在金属表面形成薄而致密的金属层，保护金属表面免受腐蚀^[2]。物理屏障是一种常见的金属材料腐蚀防护方法，可以通过选择不同的材料和技术，对金属表面进行特殊处理，形成一定屏障。物理屏障相比其他腐蚀防护技术而言，具有成本低、使用方便等优点，本质不会改变金属的组成和性质，因而具备更高的适用性。

2.2 化学改性

化学改性是一种重要的金属材料腐蚀防护方法，其主要原理是通过改变金属表面的化学成分和表面原子状态，使金属表面与腐蚀介质发生反应而生成一层具有保护作用的化学物质，从而提高金属的耐腐蚀性能。根据具体的化学反应机制，常用的化学改性方法包括阳极氧化、化学沉积等多种方法。（1）阳极氧化是一种常用的改性技术，适用于铝、镁、钛等轻金属材料。它通过在金属表面形成一层致密、坚硬、无孔洞的氧化膜，从而阻止腐蚀介质与金属表面的直接接触。阳极氧化的过程包括电化学反应和化学反应两个阶段，其电化学活性产生氧化事件同时，还会伴随一些比较复杂的化学反应，从而在金属表面形成一层氧化物层。阳极氧化的优点在于成本低、操作简单，但是氧化层的厚度和质量受到多种因素的影响，使得其耐腐蚀性能难以控制。（2）化学沉积是一种在金属表面沉积一层具有保护性质的化学物质来防止金属腐蚀的技术。沉积层可以通过浸泡、电镀等技术，在金属表面形成。在此过程中，金属表面会与化学物质发生吸附、热反应和电化学反应等多种化学反应，从而在金属表面形成致密无孔的屏障。常用的化学沉积技术包括电沉积、无电解沉积、物理沉积等多种方式，每种技术都有其适用的范围和优缺点。此外，化学

反应深度不易控制，且反应类型多种多样，经常需要多道处理才能达到良好的腐蚀防护效果。因此，在选择化学改性方法时，需要结合材料的性质、使用环境以及防腐目的考虑，选用最适合的化学改性方案，从而达到最佳的腐蚀防护效果^[3]。

2.3 阴极保护

阴极保护是一种常用的金属材料腐蚀防护方法，其基本原理是通过将金属结构件作为负极，将一种更为活泼的金属或合金作为阳极制成电极，经过电连接在内的全电化学体系中，保持金属结构体的阴极电位以达到防腐效果。其主要原理是在金属结构体的表面附加一个保护电位，使得金属表面处于电化学上形成一个保护层，有效地防止金属结构体与腐蚀介质直接接触而发生腐蚀。阴极保护技术可以采用多种形式，其中较常见的有以下几种：（1）电流阴极保护方法是将金属材料直接与电源连接，并在金属材料表面施加外加电流，通过电流与电荷的运动，使得金属表面带有一定的负电荷，从而形成保护性的“电荷屏障”。该方法的优点在于保护效果明显，但需要具有一定的技术实力和较高的维护成本，且不利于外部环境较为恶劣的情况下实施。（2）物理阴极保护方法是通过金属结构物与环境中的氧气、水等产生化学反应，在金属表面形成一层致密的氧化层或氢化物层，起到保护作用。物理阴极保护技术通常采用植物阴极保护、压缩空气阴极保护等方法，这些方法对环境要求较低，具有较高的使用灵活性和较低的运行成本。（3）化学阴极保护方法是通过向金属表面添加一定量的还原剂，在金属表面形成致密的还原物质层，阻止金属与腐蚀介质发生化学反应，达到防腐的目的。通常采用的化学还原剂包括硫酸亚铁、硫代硫酸钠等物质，但使用此类物质腐蚀介质具有一定的危害性，在使用时需要特别注意保护工作。阴极保护技术具有防腐效果好、成本低廉、在化工、水泥生产、海洋工程等领域应用广泛等优点，但是在使用过程中，需要针对具体的金属材料种类、使用环境、腐蚀介质的成分等因素，选择合适的阴极保护技术，并采取适当的措施保证其长期可靠性和安全性。

2.4 吸附保护

吸附保护是一种常用的金属材料腐蚀防护方法，其基本原理是通过使金属表面与一些具有吸附性、钝化性质的物质接触，形成一层保护性膜，从而防止腐蚀介质直接接触金属表面，从而达到防腐的目的。吸附防护技术容易掌握，使用灵活，适应范围广，且使用成本较低等多种优点。常用的吸附保护物质包括：（1）氧化物。

金属表面吸附一层非常薄的氧化物,可以有效地防止损害金属材料,尤其是对于可被氧化的金属如铁、铜等,其氧化物膜还能提高金属的防腐性,防止腐蚀的进一步发展。同时,氧化物膜还可以形成是否膜,保证了膜在外力作用下的可靠性。(2)有机涂层。有机涂层是一种常用的吸附保护材料,其涂料可以在金属表面极薄且整齐地形成一层保护性质材料,类似涂上了一层防护性肌肤。有机涂层具有良好的附着力和耐摩擦性能,同时也具有很好的抗紫外线能力。在工业设置中,有机涂层常用来防护锅炉、热交换器、储罐、管道等设备^[4]。(3)化学镀涂。化学镀涂也是吸附保护的一种有效方法。其原理是利用电化学反应,在金属表面镀上一层薄的金属或合金,形成金属中间层,从而防止金属材料的腐蚀。化学镀涂方法成本较低,适用范围广,但其使用效果受电性能和化学物质浓度等多种因素的影响。吸附保护是一种常用的金属材料腐蚀防护方法,适用于多种金属材料的腐蚀防护,通常采用氧化物、有机涂层、化学镀涂等多种物质进行保护。

3 金属材料腐蚀防护技术的发展趋势

金属材料腐蚀防护技术的发展历史悠久,目前已有多种腐蚀防护技术应用于实际工程中。然而,随着科技的不断发展和人们对高效、便捷、环保等方面要求的提高,传统的腐蚀防护技术面临着一些挑战,同时也催生了一些新型腐蚀防护技术的发展。(1)涂层腐蚀防护技术将更加专业化。目前,针对不同金属材料腐蚀情况,涂层腐蚀防护技术通常有普通涂层、非普通涂层、多层涂层等,但未来涂层腐蚀防护技术将会更加专业化。例如,会有更多专门用于铝铸合金的涂层材料和涂层结构技术出现,以更好地解决其腐蚀问题。(2)先进建筑材料的开发将为金属材料腐蚀防护提供支持。某些建筑材料也会对金属材料的腐蚀问题造成一定的影响,例如刚性防潮材料、高附着力的油漆等。此外,研发出有良好防水、防尘、防氧化和防腐性能的特种建筑材料,

也将更好地保护金属材料免受环境中暴露较长时间的影响。(3)基于材料本身的抗腐蚀性能提升将是未来的研究重点。传统的腐蚀防护技术主要是基于涂层、电化学防护、热喷涂等方式进行,但这些技术一定程度上会对材料的性能造成影响。因此,近年来的研究重点逐渐转向了开发具有材料本身较好的抗腐蚀性能的金属材料。例如,有些合金材料在实验室的测试中,已经表现出了良好的抗腐蚀性能。(4)绿色腐蚀防护技术将成为未来主流。近年来,人们对环保的重视度越来越高,不少传统腐蚀防护技术的使用也面临一定的限制。因此,绿色腐蚀防护技术将成为未来的发展方向。例如,电化学防护技术、喷涂防腐漆的合理应用等都是绿色腐蚀防护技术的代表。

结束语

在金属材料腐蚀与防护机理研究中,我们深入探讨了腐蚀的定义、分类与机理,分析了腐蚀对金属材料的影响,同时总结了目前常用的腐蚀防护技术及其优缺点。还探讨了未来腐蚀防护技术的发展趋势,如涂层专业化、建筑材料的开发、材料本身抗腐蚀性能提升、绿色腐蚀防护技术的应用等。我们相信,随着科技的不断进步和技术的不断完善,金属材料腐蚀防护问题会得到更好的解决。同时,我们也呼吁相关领域从业者不断创新、开拓,利用科技手段保护好我们身边的金属材料,造福于人类社会。

参考文献

- [1]龚德峰,高云峰,张萌,等.环境因素下金属材料腐蚀机理及其防护研究进展[J].化工进展,2021,40(2):434-441.
- [2]王静,孔祥剑,魏志明,等.不同界面涂层与金属材料的腐蚀防护研究进展[J].表面技术,2020,49(6):1-8.
- [3]魏亮,张作中,孟凡民,等.蒸发冷凝方式下金属材料腐蚀特性及防护研究[J].工程热物理学报,2020,41(7):1523-1528.
- [4]郝青松,贾云权,胡勇,等.金属材料腐蚀及其防护研究进展[J].铁道科学与工程学报,2020,17(4):823-832.